

**ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ КАЛИБРАТОРОМ ТЕМПЕРАТУРЫ  
С ФУНКЦИЯМИ HART-КОММУНИКАТОРА И  
ПОВЕРКИ ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

**Руководство оператора**

**АННОТАЦИЯ**

Настоящий документ является руководством оператора, содержащим сведения о назначении программного обеспечения, области применения, применяемых методах, классах решаемых задач, а также сведения для обеспечения процесса общения оператора с программой управления калибратором температуры.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ</b> .....	4
<b>2. ОСНОВНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ</b> .....	5
<b>3. РЕЖИМ «КТ»</b> .....	6
3.1. Вкладка «Измеренные значения» .....	6
3.2. Вкладка «Параметры КТ» .....	8
3.3. Вкладка «Параметры ТЦЭ» .....	9
3.4. Вкладка «Профили» .....	10
3.5. Вкладка «Графики» .....	12
3.6. Вкладка «Меню настроек» .....	13
3.6.1. Страница «Измерение» .....	13
3.6.2. Страница «USB-Flash» .....	14
3.6.3. Страница «Опции» .....	15
3.6.3. Страница «Система» .....	16
3.7. Информационная панель .....	17
3.8. Порядок работы .....	17
3.8.1. Поддержание и измерение температуры .....	17
3.8.2. Использование профилей .....	18
<b>4. РЕЖИМ «ИМКТ»</b> .....	18
4.1. Вкладка «Настройка каналов» .....	18
4.2. Вкладка «Параметры поверки» .....	21
4.2.1. Страница 1 .....	21
4.2.2. Страница 2 .....	23
4.2.3. Страница 3 .....	24
4.3. Вкладка «Поверка» .....	25
4.3.1. Страница «Статус» .....	25
4.3.2. Страница «Таблица» .....	26
4.4. Вкладка «Выходные файлы» .....	27
4.5. Вкладка «Графики» .....	28
4.6. Вкладка «Меню настроек» .....	29
4.6.1. Страница «Измерение» .....	29
4.6.2. Страница «USB-Flash» .....	29
4.6.3. Страница «Опции» .....	30
4.6.3. Страница «Система» .....	30
4.7. Информационная панель .....	30
4.8. Порядок работы .....	30
4.8.1. Измерение сигналов термопреобразователей .....	30
4.8.2. Поверка термопреобразователей .....	31
<b>5. РЕЖИМ «HART»</b> .....	32
5.1. Вкладка «Сведения» .....	32
5.2. Вкладка «Параметры» .....	33
5.3. Вкладка «Токовый выход» .....	34
5.4. Вкладка «Градуировка» .....	35
5.5. Вкладка «Монитор» .....	37
5.6. Вкладка «Меню настроек» .....	37
5.6.1. Страница «Измерение» .....	37
5.6.3. Страница «Опции» .....	37
5.6.3. Страница «Система» .....	38
5.7. Информационная панель .....	38
5.8. Порядок работы .....	38
5.8.1. Конфигурирование термопреобразователей .....	38
5.8.2. Подстройка токового выхода .....	38
5.8.3. Градуировка .....	39
<b>6. СПРАВКА ПО РАБОТЕ С ФАЙЛАМИ</b> .....	39

## **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Программное обеспечение, описываемое в данном руководстве, предназначено для управления калибратором температуры КТ-xxxК (далее - КТ) с внутренним одноплатным персональным компьютером (далее - ПК) и внешним термометром цифровым эталонным (далее - ТЦЭ).

В расширенном исполнении (КТ-xxxКИ) имеет встроенный измерительный модуль (далее - ИМКТ) и может выполнять функции автоматизированной системы градуировки и поверки термопреобразователей.

## 2. ОСНОВНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ

Программа управления калибратором имеет три режима работы:

- «**КТ**» – режим калибратора температуры;
- «**ИМКТ**» - режим «КТ» с измерением сигналов поверяемых (калибруемых) термопреобразователей и их автоматической поверкой;
- «**HART**» - режим подстройки термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом.

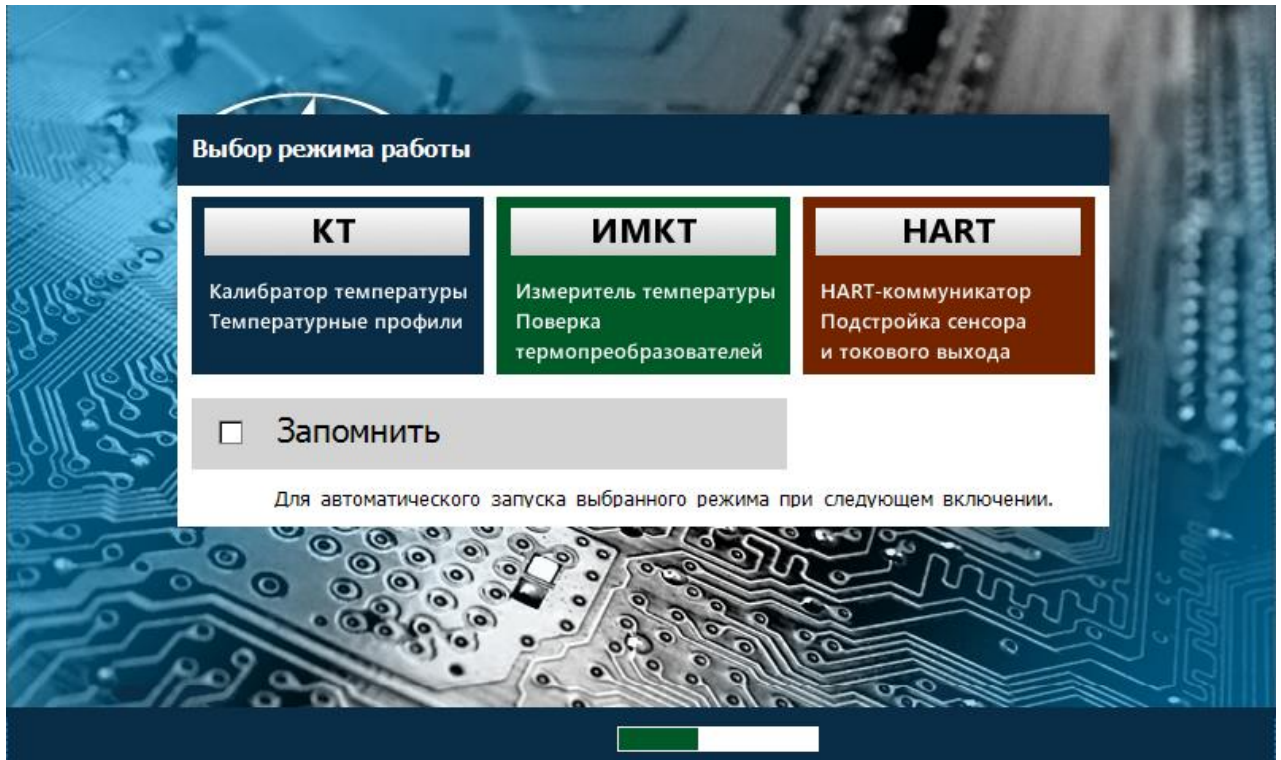


Рис. 1. Окно «Стартовый экран».

Режим «**КТ**» предназначен для:

- задания и измерения температуры КТ;
- подключения внешнего эталонного термометра (до 2 шт.);
- изменения параметров регулирования температуры;
- выполнения специальных режимов изменения температуры (профилей);
- визуализации и архивирования измеренных значений температур.

Режим «**ИМКТ**» наряду с поддержанием заданной температуры позволяет:

- измерять сигналы поверяемых (калибруемых) термопреобразователей (до 4 шт.);
- осуществлять выбор их характеристик;
- задавать температуры и другие параметры поверки (калибровки);
- проводить автоматическую поверку (калибровку) с формированием протокола.

Режим «HART» используется для термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом, поддерживающих HART-протокол. Выполняет функции:

- перестройки – изменения характеристик термопреобразователей;
- проверки и подстройки токового выхода;
- автоматической градуировки по двум температурным точкам.

При запуске программы отображается стартовый экран (рисунок 1), предлагающий оператору выбрать нужный режим работы.

Для автоматического выбора нужного режима при последующих запусках программы необходимо нажать кнопку «Запомнить».

*ВНИМАНИЕ!* Переключение между режимами во время работы программы и изменение настроек автозапуска доступны также на вкладке «**Меню настроек**» на странице «**Система**».

### 3. РЕЖИМ «КТ»

#### 3.1 Вкладка «Измеренные значения»

Температура КТ (Ткт), °С		Профиль		Измер. значения	
28.00		Статус: Отключен		Параметры КТ	
Температура ТЦЭ (Ттцэ1), °С		N шага: -		Параметры ТЦЭ	
28.55		Vт кт °С/мин	0.00	Ткт - Tset °С	0.00
Уставка (Tset), °С		Vт тцэ1 °С/мин	0.07	Ттцэ1- Ткт °С	0.55
28.00		Vт тцэ2 °С/мин	-	Ттцэ2- Ткт °С	-
Регулятор		Архив		Профили	
Вкл		Откл		Графики	
Отключить		Включить запись		Меню настроек	
Мощность 0.0 %		Экспорт			
		Осталось записей: 30000			
		Ткт Стабилизировано: 1 час. 30 мин. 29 сек.			
УСТ: 28.00 °С   КТ: 28.00 °С				12:45	


Рис. 2. Вкладка «Измеренные значения».

Основная вкладка отображения измеренных значений, сведений о режимах работы и используемых функциях. Она содержит следующие компоненты.

### Поля вывода измеренных температур КТ и ТЦЭ

По нажатию на поле вывода температуры ТЦЭ происходит переключение между значениями, измеренными по двум каналам ТЦЭ.

**Поле ввода-вывода текущего значения заданной температуры стабилизации** (далее - уставка).

Является редактируемым и позволяет изменять соответствующий параметр в КТ. Для этого необходимо кликнуть по полю вывода уставки, посредством появившейся цифровой клавиатуры ввести новое значение и нажать .

При обработке профиля (параметр «Скорость» на вкладке «Параметры КТ» отличен от нуля) данная величина является переменной.

Кнопка «Включить/Отключить» в поле «Регулятор» предназначена для включения/отключения регулятора. При включенном регуляторе происходит отображение текущей мощности (%).


**Поле отображения текущего статуса** обработки пользовательского профиля.

**Таблица** с дополнительными данными измерений:

- скорости изменения температур КТ и ТЦЭ.
- разность между температурой КТ и текущей уставкой.
- разность между температурой ТЦЭ и температурой КТ.

### Поле управления записью архива измерений

Индикатор «Архив» показывает текущую степень заполненности архива, максимальная вместимость которого составляет 30 000 записей. Периодичность добавления записей в архив настраивается на вкладке «Меню настроек» на странице «Измерение».

Кнопка «Включить запись/Отключить запись» позволяет включать/отключать запись в архив, а кнопка «Экспорт» производит копирование текущего архива на USB-носитель (в корневую папку, имя файла – **Archive\_DateTime.xml**, где *DateTime* - время/дата экспорта файла)\*. После выполнения копирования программа продолжит запись в текущий архив (при наличии в нем свободного места). Для стирания всех записей архива и начала новой записи необходимо нажать кнопку .

*\*Файл архива оптимизирован для Microsoft Office Excel.*

### Поле для вывода информации о стабилизации температуры КТ

При стабилизированной температуре выводится время, в течение которого температура стабильна.

## 3.2 Вкладка «Параметры КТ»

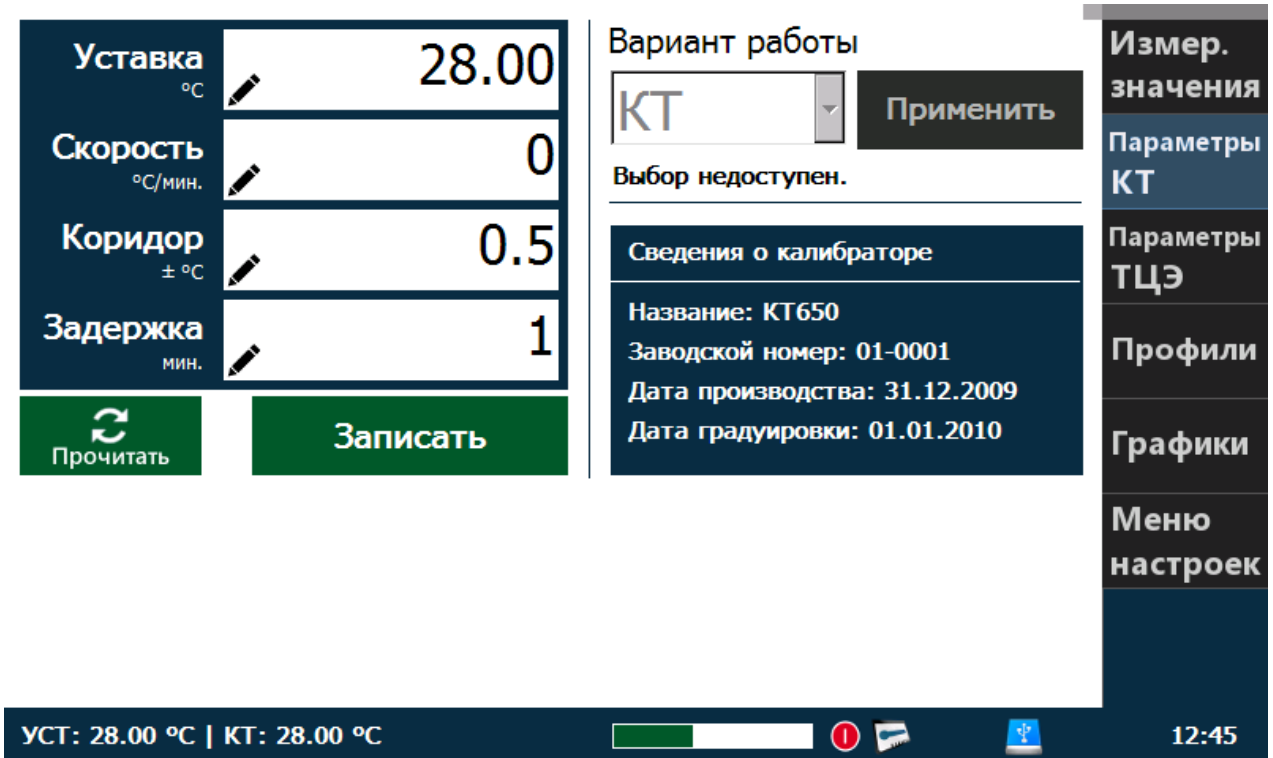


Рис. 3. Вкладка «Параметры КТ».

Данная вкладка служит для настройки КТ. Она содержит следующие компоненты.

**Поля редактирования** основных параметров КТ.

- **Уставка** – значение заданной температуры стабилизации.
- **Скорость** - регулируемая скорость, с которой текущая температура приближается к уставке. Если задано нулевое значение скорости, переход к уставке будет осуществляться без ограничения скорости.
- **Коридор** – допустимое отклонение измеренной температуры от уставки,
- **Задержка** - время, в течение которого отклонение (по абсолютной величине) текущей температуры от уставки не должно превышать значения *коридора*. По истечение этого времени считается, что температура КТ стабилизировалась.

После старта приложения в полях отображаются текущие значения, записанные в КТ. Кнопка «**Прочитать**» предназначена для считывания значений, записанных в КТ.

Кнопка «**Записать**» - для записи значений в КТ.

Список «**Вариант работы**» изменяет температурные настройки КТ для разных вариантов его использования.

- «**КТ**» - обычный вариант. Доступен для КТ модификаций М1 и М2.



- «ТРТ» - вариант термостата реперной точки при установке в центральный канал ампулы с реперной точкой. Доступен только для КТ модификации М2.

Кнопка «**Применить**» применения выбранного варианта.

Поле «**Сведения о калибраторе**» вывода основных сведений о КТ: названия, заводского номера, даты производства и даты градуировки. Редактированию не подлежат.

### 3.3 Вкладка «Параметры ТЦЭ»

Канал 1		Канал 2	
Rtt	100.0259	Rtt	100.084
A	-0.0007526	A	0.02703883
B	-4.36E-05	B	-0.04270037
C	0	C	0
<input type="button" value="Прочитать"/> <input type="button" value="Записать"/>		<input type="button" value="Прочитать"/> <input type="button" value="Записать"/>	

Измер. значения  
Параметры КТ  
Параметры ТЦЭ  
Профили  
Графики  
Меню настроек

Функция отклонения:  $W_t - W_r = A[W_t - 1] + B[W_t - 1]^2 + C[W_t - 1]^3$

Стандартная функция МТШ-90:  $t = D_0 + \sum_{i=1}^9 D_i \left[ \frac{W_r - 2.64}{1.64} \right]^i$

УСТ: 28.00 °C | КТ: 28.00 °C 12:46

Рис. 4. Вкладка «Параметры ТЦЭ».

Вкладка служит для настройки ТЦЭ – ввода коэффициентов градуировки эталонного платинового термометра сопротивления из свидетельства о поверке.

При подключении ТЦЭ к калибратору поля ввода коэффициентов автоматически заполняются значениями, считанными из ТЦЭ.

Запись пользовательских коэффициентов градуировки осуществляется нажатием кнопки «**Записать**».

Если в поля были введены некорректные данные и необходимо снова обновить значения записанными в ТЦЭ, следует нажать кнопку «**Прочитать**».

### 3.4 Вкладка «Профили»

Вкладка «**Профили**» служит для выбора и отработки существующих профилей, а также для создания новых.

«**Профиль**» - специальный режим работы калибратора, состоящий в переходе с одной уставки на другую с *заданной скоростью* и поддержании температуры на каждой уставке в *заданном коридоре* стабилизации *заданное время*.

Параметры профиля:

- уставка;
- скорость;
- время;
- коридор.

Описание параметров «**уставка**», «**скорость**» и «**коридор**» см. в разделе 3.2.

«**Время**» - параметр, определяющий продолжительность нахождения КТ на текущей температурной точке с момента стабилизации, задается в минутах.

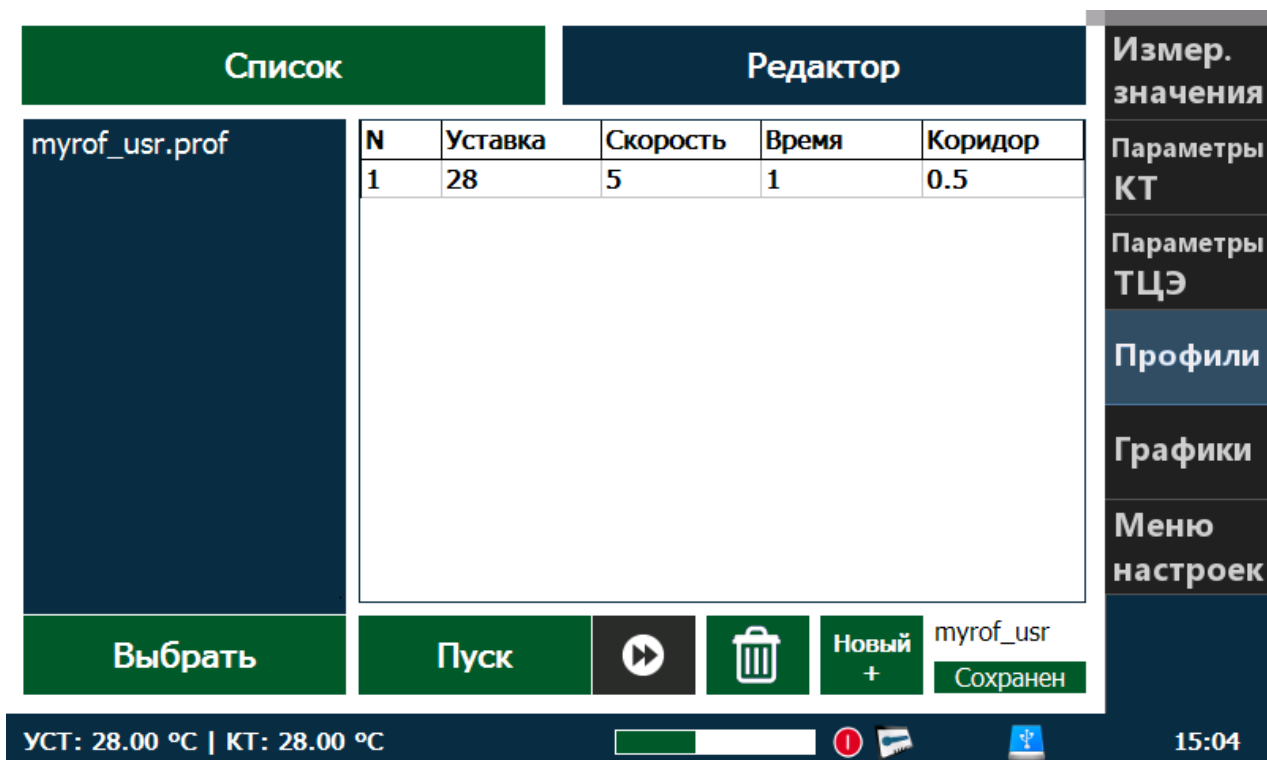



Рис. 5. Вкладка «Профили», страница «Список».


На странице «**Список**» отображаются все доступные в данном **варианте применения** КТ пользовательские профили. Профиль с обязательным постфиксом в названии «**\_usr**» - для варианта «**КТ**», с «**\_trt**» – для варианта «**ТРТ**».

Кнопка «**Выбрать**» осуществляет выбор нужного профиля. По ее нажатию кнопки происходит заполнение таблицы значениями параметров для выбранного профиля, профиль становится доступным для отработки или редактирования.

«**Пуск/Стоп**» начинает и останавливает отработку выбранного профиля.

Кнопка  позволяет осуществить принудительный переход к следующей точке обрабатываемого профиля.

Кнопка  служит для удаления выбранного профиля из памяти КТ.

Кнопка  позволяет создать новый пользовательский профиль. По нажатию этой кнопки программа предлагает пользователю ввести название нового профиля и выбрать его тип (“trt” или “usr”).

После создания нового профиля программа автоматически активизирует страницу «**Редактор**» профилей:

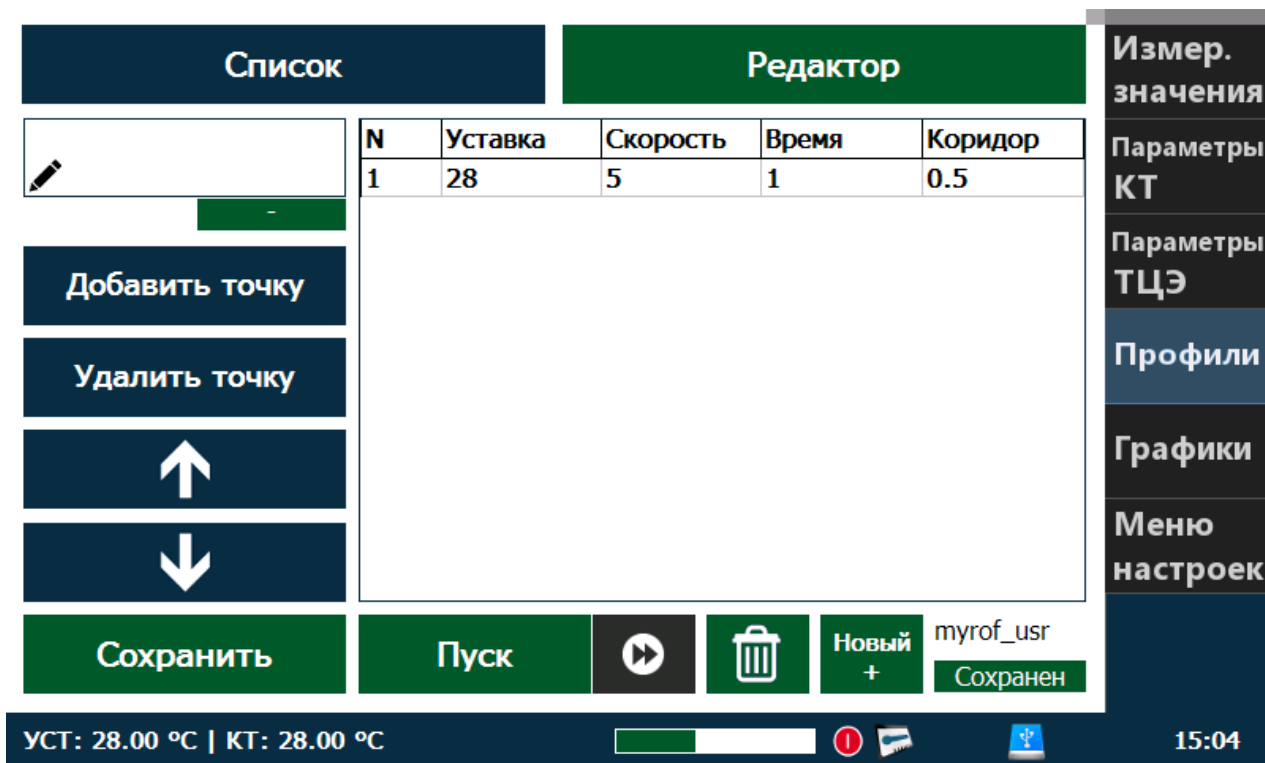


Рис. 6. Вкладка «Профили», страница «Редактор».

Редактор пользовательских профилей выполняет функции:

- добавления новых точек;
- удаления точек;
- перемещения точек по списку;
- редактирования каждого поля выбранной точки.

Для редактирования полей необходимо сначала выбрать нужную ячейку таблицы (ее значение будет автоматически скопировано в редактируемое поле), затем кликнуть в редактируемое поле ввода для вызова цифровой клавиатуры.

По окончании редактирования профиля необходимо нажать кнопку «Сохранить», текущие изменения будут сохранены.

*ВНИМАНИЕ!* Редактор доступен как для создания новых профилей, так и для редактирования уже имеющихся.

**Блок информации о текущем профиле** показывает, какой из профилей загружен в настоящий момент и сохранены ли последние произведенные в нем изменения.

### 3.5 Вкладка «Графики»

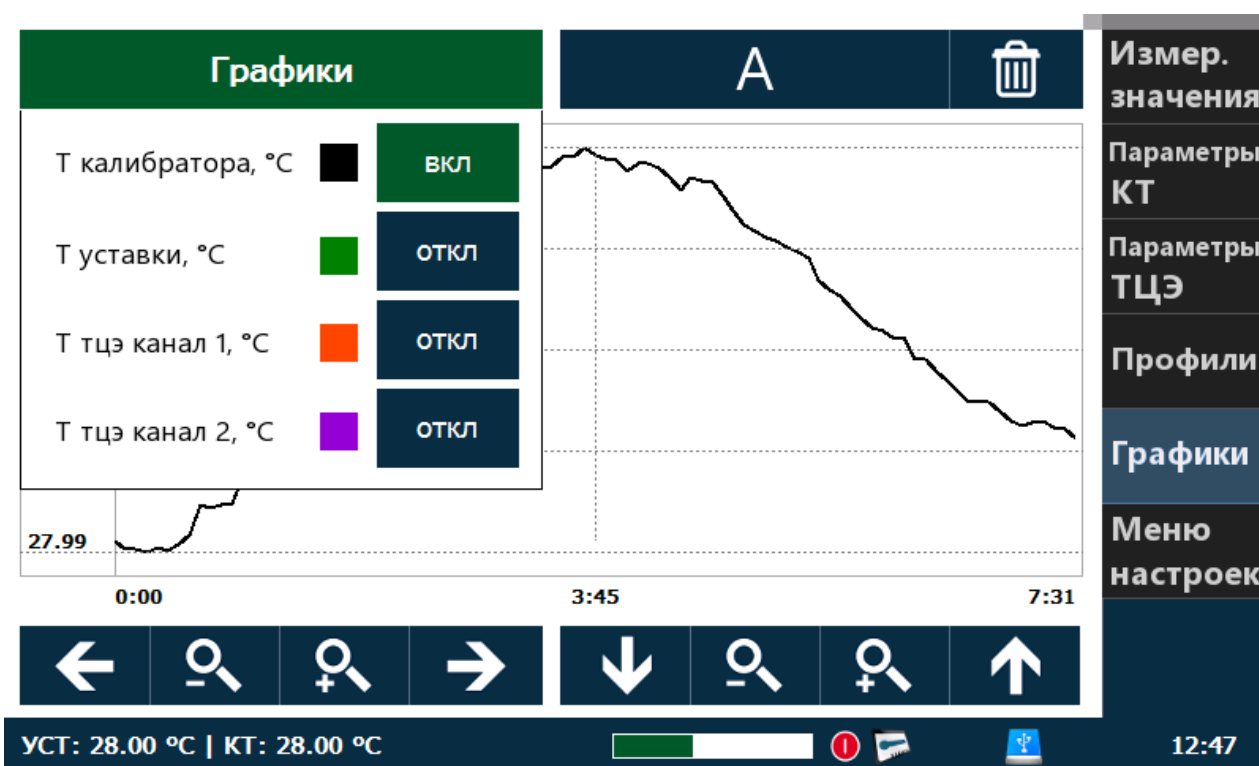


Рис. 7. Вкладка «Графики».

Данная вкладка предназначена для визуализации результатов измерений.


Доступен выбор одновременного отображения любой комбинации из 4 графиков:

- температуры КТ;
- уставки;
- температуры 1-го канала ТЦЭ;
- температуры 2-го канала ТЦЭ.

Кнопка «Графики» вызывает подменю выбора графиков с кнопками «вкл/откл».

В нижней части вкладки расположены кнопки управления, позволяющие изменять масштаб графика и производить перемещение по обеим координатам.

Кнопка «А» возвращает автоматическое масштабирование

Кнопка  позволяет стирать текущие значения графика и начинать вывод значений заново.

**ВНИМАНИЕ!** Максимальное количество точек графика - 4000, после превышения этого числа старые значения начинают в порядке очереди вытесняться новыми. При этом периодичность добавления точек на график настраивается на вкладке «**Меню настроек**» на странице «**Измерение**».

### 3.6 Вкладка «Меню настроек»

#### 3.6.1 Страница «Измерение»



The screenshot displays the 'Settings' tab (Меню настроек) within the 'Measurement' page (Измерение). The interface is organized into a grid of settings:

- Демпфирование (КТ и ТЦЭ):** Input field set to 2. Description: '1 отсчет означает отключение демпфирования'.
- Период обновления графика:** Input field set to 1. Description: 'График может содержать до 4000 точек, после чего старые значения вытесняются'.
- Количество знаков после запятой (от 1 до 4):** Input field set to 2.
- Период добавления записей в архив:** Input field set to 1. Description: 'в отсчетах (от 1 до 12), макс. вместимость архива = 30000 записей'. Below it, 'емкость архива: 1 дн 17 час 40 мин'.

At the bottom, a summary states: '1 отсчет измерения = 5 секунд'. The right sidebar includes navigation options: 'Измер. значения', 'Параметры КТ', 'Параметры ТЦЭ', 'Профили', 'Графики', and 'Меню настроек'. The bottom status bar shows 'УСТ: 28.00 °C | КТ: 28.00 °C', a battery level indicator, system icons, and the time '12:47'.

Рис. 8. Вкладка «Меню настроек», страница «Измерение».

Содержит следующие поля ввода.

#### «Демпфирование»

Демпфирование выполняется программно, время демпфирования задается в отсчетах измерения, от 1 до 25. Период одного отсчета измерения составляет 5 секунд.

Демпфированное значение отображается во всех полях вывода температур, а также добавляется на график. При этом в архив измерений пишутся данные, непосредственно принятые от приборов, без учета времени демпфирования.

Если демпфирование не требуется, устанавливается значение «1».

### «Период обновления графика»

При установке значения N на график будет выводиться каждая N-я точка. Максимальная вместимость графика составляет 4000 точек. Вместимость графика по времени можно варьировать, изменяя периодичность добавления точек. Параметр задается в отсчетах измерения и может принимать значение от 1 до 12.

После того, как число точек на графике достигает 4000, старые значения начинают в порядке очереди вытесняться новыми.

### «Количество знаков после запятой»

Показывает, в каком формате отображать измеренные значения.

### «Период добавления записей в архив»

При установке значения N в архив будет добавляться каждая N-ая точка. Максимальная вместимость архива измерений составляет 30 000 записей. Вместимость архива по времени можно варьировать, изменяя периодичность добавления записей. Параметр задается в отсчетах измерения и может принимать значение от 1 до 12.

При изменении значения предполагаемая емкость архива автоматически пересчитывается и выводится на экран.

## 3.6.2 Страница «USB-Flash»

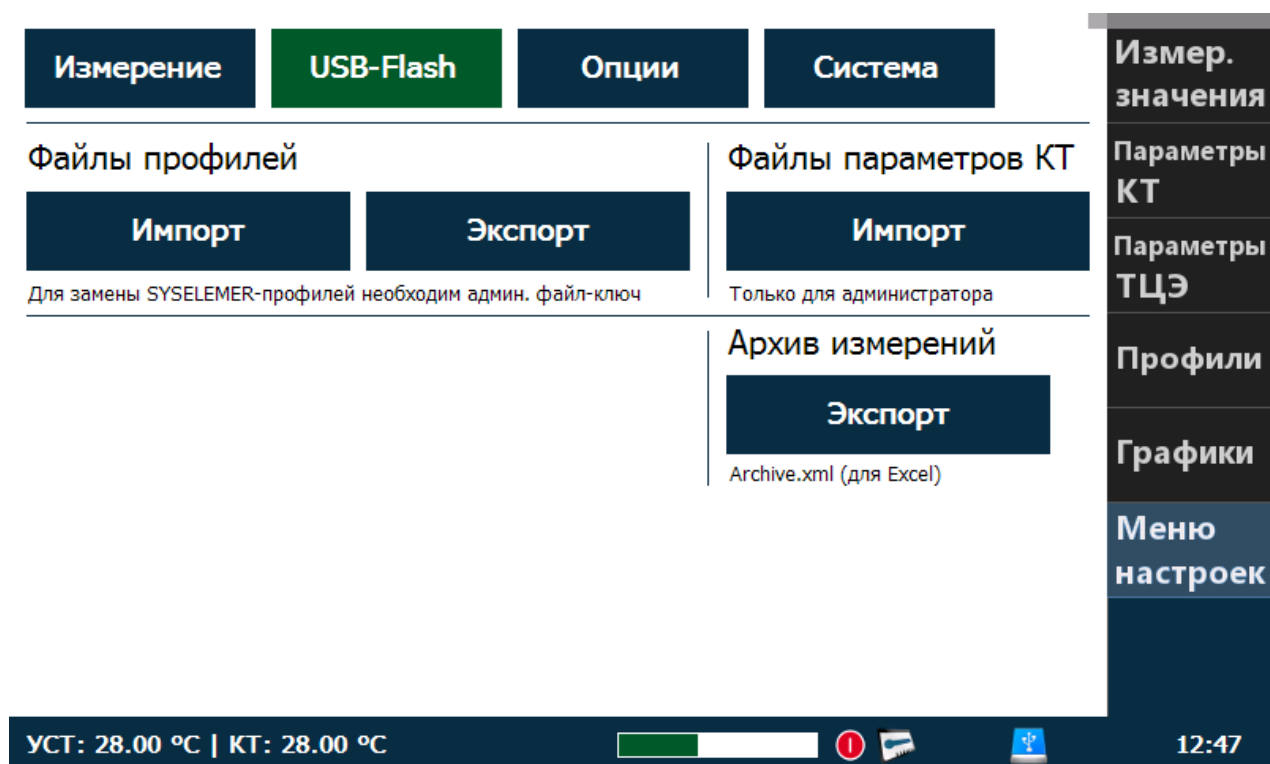


Рис. 9. Вкладка «Меню настроек», страница «USB-Flash».

Данная страница позволяет выполнять операции по импорту/экспорту файлов при подключенном съемном носителе.

### Файлы профилей

Импорт/экспорт файлов пользовательских профилей. *Замена профилей, имеющих в названии ключевое слово «SYSELEMER», возможна только при наличии на съемном носителе файла-ключа администратора.*

### Файлы параметров КТ

Импорт файлов, содержащих параметры прибора для различных **вариантов** работы КТ. *Импорт доступен только при наличии на съемном носителе файла-ключа администратора.*

### Архив измерений

По нажатию кнопки «Экспорт» происходит копирование текущего архива измерений на съемный носитель.

***ВНИМАНИЕ!** Все файлы экспортируются в корневой каталог USB-носителя.*

### 3.6.3 Страница «Опции»

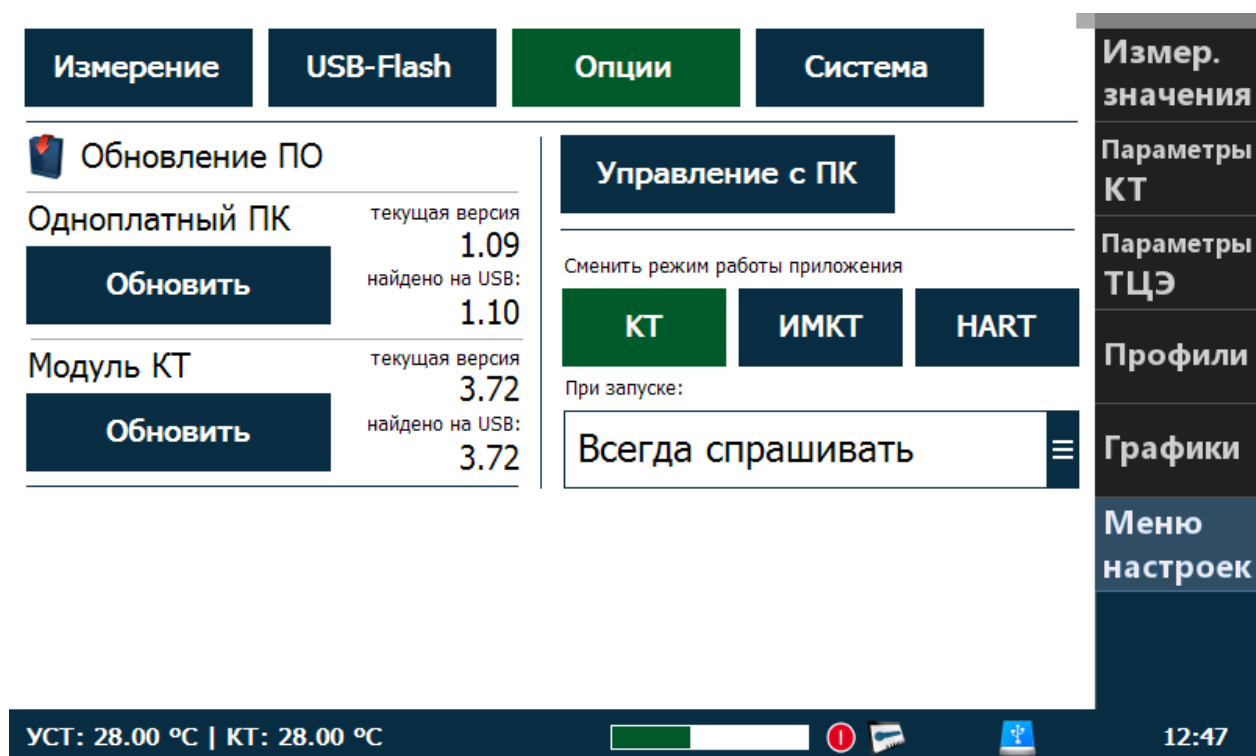


Рис. 10. Вкладка «Меню настроек», страница «Опции».

Страница **опций** содержит следующие поля и кнопки.

Кнопка «**Обновить**» Одноплатный ПК выполняет обновление программного обеспечения одноплатного ПК с USB-накопителя.

Кнопка «**Обновить**» Модуль КТ выполняет обновление внутреннего программного обеспечения калибратора с USB-накопителя.

***ВНИМАНИЕ.** В процессе обновления ПО запрещается отключать питание.*

Кнопка «**Управление с ПК**» передает управление устройствами внешнему персональному компьютеру. Во время работы этого режима любой доступ к устройствам возможен только из программного обеспечения внешнего ПК.

**Выбор режима работы приложения** содержит кнопки «**КТ**», «**ИМКТ**», «**НАРТ**» перехода между одноименными режимами.

**Установка** автоматического выбора режима при запуске приложения.

### 3.6.4 Страница «Система»

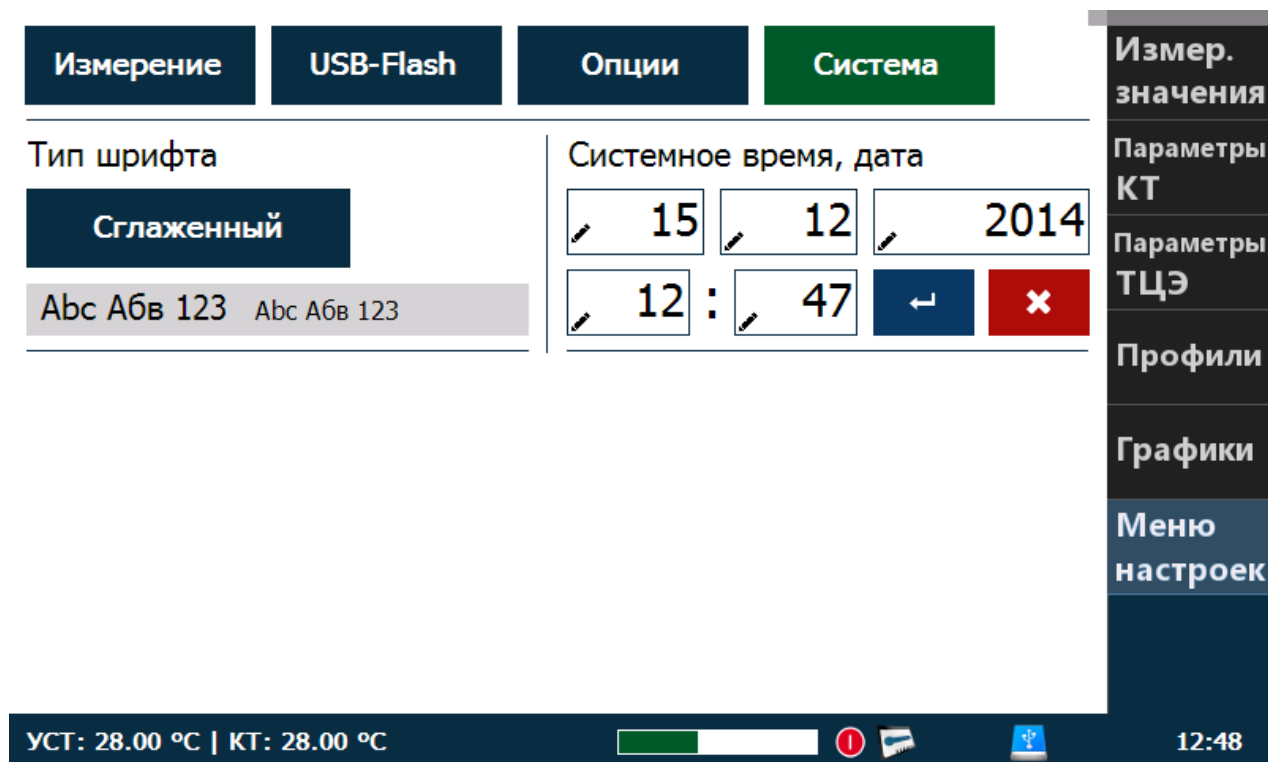


Рис. 11. Вкладка «Меню настроек», страница «Система».

Страница **системных** опций содержит следующие поля и кнопки.

Поле «**Тип шрифта**» позволяет включить или отключить сглаживание шрифта, используемого в системе.

Поле «**Дата/время**» позволяет устанавливать дату и время. Значения даты и времени отображаются в информационной панели, а также записываются в архив измерений.

***ВНИМАНИЕ!** Для изменения системного времени или даты требуется перезапуск ПО.*



### 3.7 Информационная панель

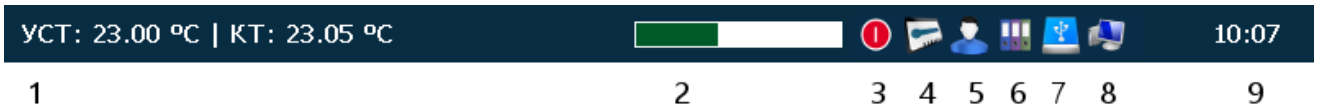


Рис. 12. Информационная панель.

- 1 – **Строка статуса.** Здесь выводятся сообщения пользователю, в отсутствие сообщений – текущие температура КТ и уставка.
- 2 - **Индикатор степени выполнения текущей операции.**
- 3 – **Индикатор включенного регулятора КТ.**
- 4 - **Индикатор подключенного ТЦЭ.**
- 5 - **Индикатор включенной отработки профиля.**
- 6 - **Индикатор записи архива измерений**
- 7 - **Индикатор подключенного USB-носителя.**
- 8 - **Индикатор включенного режима ПК.**
- 9 - **Системное время.**

### 3.8 Порядок работы

#### 3.8.1. Поддержание и измерение температуры

1. На вкладке «Параметры КТ» установите, при необходимости, нужные значения коридора и задержки. По умолчанию здесь используются значение *коридора*, равное допускаемой основной погрешности воспроизведения КТ, и *время* - 5 минут. Не рекомендуется уменьшать коридор до значений, равных нестабильности поддержания температуры.

Установите *скорость* равной нулю.

Установите *вариант работы* - «КТ».

2. Если используется ТЦЭ, то на вкладке «Параметры ТЦЭ» проверьте и, при необходимости, измените характеристики эталонных термометров, используемых в комплекте с ТЦЭ.

3. Зайдите на страницу «Измерение» вкладки «Меню настроек» и, при необходимости, произведите нужные изменения.

4. Перейдите на вкладку «Измеренные значения» и задайте требуемую уставку.

Начнется процесс выхода на заданную температуру.

На вкладке «Графики» можно наблюдать за изменением температуры.

5. Для архивирования нажмите кнопку «Включить запись».

6. После стабилизации температуры проведите нужные измерения и перейдите на следующую температуру.

### 3.8.2. Использование профилей

1. Зайдите на вкладку «Профили» и выберите требуемый профиль. При необходимости создайте новый, пользуясь редактором профилей.

При задании *скоростей* следует учитывать ограничения в максимальных скоростях нагрева и охлаждения, приведенных в паспорте КТ.

2. Запустите процесс отработки профиля.

На вкладке «Графики» можно наблюдать за изменением температуры.

## 4. РЕЖИМ «ИМКТ»


### 4.1 Вкладка «Настройка каналов»



Рис. 13. Вкладка «Список устройств».


Вкладка «**Настройка каналов**» служит для индикации подключенных приборов, их настройки и отображения измеренных значений. Имеет следующие поля.

«**КТ**» - поле текущей температуры КТ.

Кнопка  вызова окна настроек КТ (см. пункт 3.2 - *Режим «КТ» – Вкладка «Параметры КТ»*).

Для выхода из окна настроек КТ необходимо нажать кнопку «**Назад**».

«**ТЦЭ**» - поле текущей температуры каналов ТЦЭ.

Кнопка  вызова окна настроек ТЦЭ (см. пункт 3.3 - *Режим «КТ» – Вкладка «Параметры ТЦЭ»*).

Для выхода из окна настроек ТЦЭ необходимо нажать кнопку «Назад».

«ИМКТ» содержит информацию о подключении термопреобразователя («связь»).

Поля измеренных значений по каждому из четырех каналов.

#### «Поверка»:


- кнопки «Вкл/Откл» выбора участвующих в поверке каналов ИМКТ.
- кнопка  вызова окна конфигурирования каналов ИМКТ (рис.13) под характеристики поверяемых термопреобразователей. Характеристики - общие для всех каналов.

Рис. 14. Окно настройки ИМКТ.



Окно конфигурирования каналов ИМКТ имеет следующие компоненты.

Список «Тип выходного сигнала».

Список «НСХ» - для ТС и ТП.

Список «Класс допуска» - для термометров сопротивления и термопар. Для типа выходного сигнала «4...20 мА» - поле «допустимое отклонение».

Поля «Tmin» и «Tmax» ввода диапазона преобразования.

Поле «R0» ввода (выбора) номинального сопротивления для ТС. Фиксированные значения выбираются нажатием кнопок  ,  , для ввода других значений используется цифровая клавиатура.

Кнопка «Применить» для записи произведенных настроек.

Кнопка «Прочитать» для чтения текущих параметров, записанных в ИМКТ.

Кнопка «Назад» для выхода из окна настроек ИМКТ.

Конфигурирование канала под заданный тип подключаемого термопреобразователя заключается в выборе параметров «Тип выходного сигнала», «НСХ» и «R0». Параметр «Тип выходного сигнала» определяет тип электрического сигнала термопреобразователя и способ его подключения. При выборе параметра следует руководствоваться таблицей 1.

Таблица 1 – Тип выходного сигнала.

Тип выходного сигнала	Схема подключения	Номинальное сопротивление
ТС 3-х пр., R0=10/50/100	3-х проводная	До 100 Ом
ТС 4-х пр., R0=10/50/100	4-х проводная	До 100 Ом
ТС 3-х пр., R0=500/1000	3-х проводная	До 1000 Ом
ТС 4-х пр., R0=500/1000	4-х проводная	До 1000 Ом
ТП, комп.	-	-
ТП, 0°C	-	-
-100...100 мВ	-	-
0...10 В	-	-
4...20 мА	-	-

Параметр «НСХ» определяет номинальную статическую характеристику, в соответствие с которой осуществляется вычисление температуры. При выборе НСХ ТС следует принимать во внимание таблицу 2.

Таблица 2 – НСХ ТС

НСХ	$\alpha, ^\circ\text{C}^{-1}$
М	0,00428
Pt	0,00385
П	0,00391

Параметр «R0» определяет номинальное сопротивление ТС при температуре 0 °С. В соответствие с ГОСТ Р 8.625–2006 рекомендуемым рядом номинальных значений сопротивления ТС при температуре 0 °С является ряд: 10; 50; 100; 500 и 1000 Ом. Возможно как непосредственное редактирование, так и выбор из списка с помощью кнопок «<<» и «>>».

В таблице 3 приведен пример конфигурации некоторых термопреобразователей.

Таблица 3 – Пример конфигурации термопреобразователей.

Обозначение	Тип выходного сигнала	НСХ	R0
Pt100, 4-х проводная схема подключения	ТС 4-х пр., R0=10/50/100	Pt	100
Pt1000, 3-х проводная схема подключения	ТС 3-х пр., R0=500/1000	Pt	1000
53М, 3-х проводная схема подключения	ТС 3-х пр., R0=10/50/100	М	53

## 4.2 Вкладка «Параметры поверки»

## 4.2.1 Параметры поверки. Страница 1

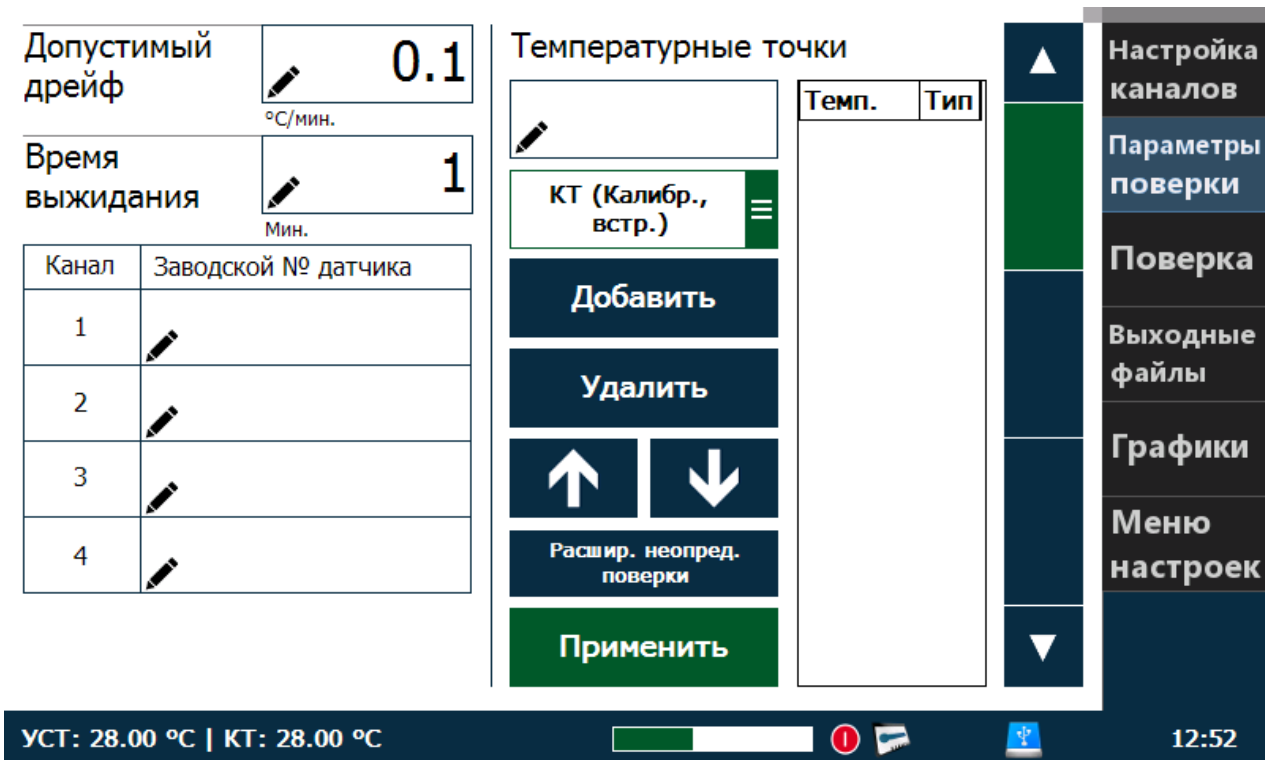


Рис. 15. Параметры поверки, страница 1.

Основные компоненты страницы следующие.

Область «**Температурные точки**» с редактором задания последовательности температурных точек, в которых будет проводиться поверка.

Редактор с набором соответствующих кнопок и полей ввода осуществляет функции:

- добавления новых точек;
- удаления точек;
- перемещения точек по списку;
- редактирования значения температуры;
- редактирования типа точки.

Каждой температурной точке необходимо присвоить тип:

- **КТ** - точка реализуется в калибраторе, в качестве эталона используется встроенный термометр;
- **КТ1** - точка реализуется в калибраторе, в качестве эталона используется термометр 1-го канала ТЦЭ;
- **КТ2** - точка реализуется в калибраторе, в качестве эталона используется термометр 2-го канала ТЦЭ;

- **ВН1** - точка реализуется во внешнем термостате, в качестве эталона используется термометр 1-го канала ТЦЭ;
- **ВН2** - точка реализуется во внешнем термостате, в качестве эталона используется термометр 2-го канала ТЦЭ.
- **ВН** - точка реализуется во внешнем термостате, эталонное значение температуры вводится вручную.

Кнопка **«Расшир. неопред. поверки»** позволяет задавать для каждой температурной точки расширенную неопределенность поверки по ГОСТ Р 8.461-2009 (для ТС).


*При оценке неопределенности поверки с использованием эталона - встроенного термометра (**тип КТ**) вместо стандартной неопределенности градуировки эталонного термометра использовать основную абсолютную погрешность воспроизведения температуры. При этом принять равными нулю:*

- *стандартную неопределенность, обусловленную случайными эффектами при измерениях сопротивления эталонного термометра;*
- *стандартную неопределенность, обусловленную неточностью измерительной аппаратуры при использовании эталонного термометра;*
- *стандартную неопределенность, обусловленную нестабильностью эталонного термометра за межповерочный интервал.*

Кнопка **«Применить»** для записи информации о точках.

Поле **«Допустимый дрейф»** для ввода максимально допустимой скорости изменения температуры как эталонного термометра, так и поверяемых термопреобразователей.

Поле **«Время выжидания»** для ввода времени, в течение которого скорости изменения всех температур (по абсолютной величине) не должны превышать *допустимый дрейф*. По истечении этого времени считается, что температуры стабилизировались и измеренные значения регистрируются

Таблица **«Заводской № Датчика (термопреобразователя)»** заполняется стандартным образом: «кликом» по соответствующему полю таблицы, вводом посредством появившейся клавиатуры номера и нажатия кнопки .

Заводские номера термопреобразователей отображаются в таблице поверки, а также заносятся в протокол.

## 4.2.2 Параметры поверки. Страница 2

ФИО поверителя *Фамилия И.О.*

Темп. окр. среды 0 °C

Атм. давление 0 мм. рт. ст.

Отн. влажность 0 %

Настройка каналов

Параметры поверки

Поверка

Выходные файлы

Графики

Меню настроек

УСТ: 28.00 °C | КТ: 28.00 °C 12:52

Рис. 16. Параметры поверки, страница 2.

Поля «ФИО поверителя», «Температура окружающей среды», «Атмосферное давление» и «Относительная влажность» предназначены для оформления протокола поверки.

## 4.2.3 Параметры поверки. Страница 3

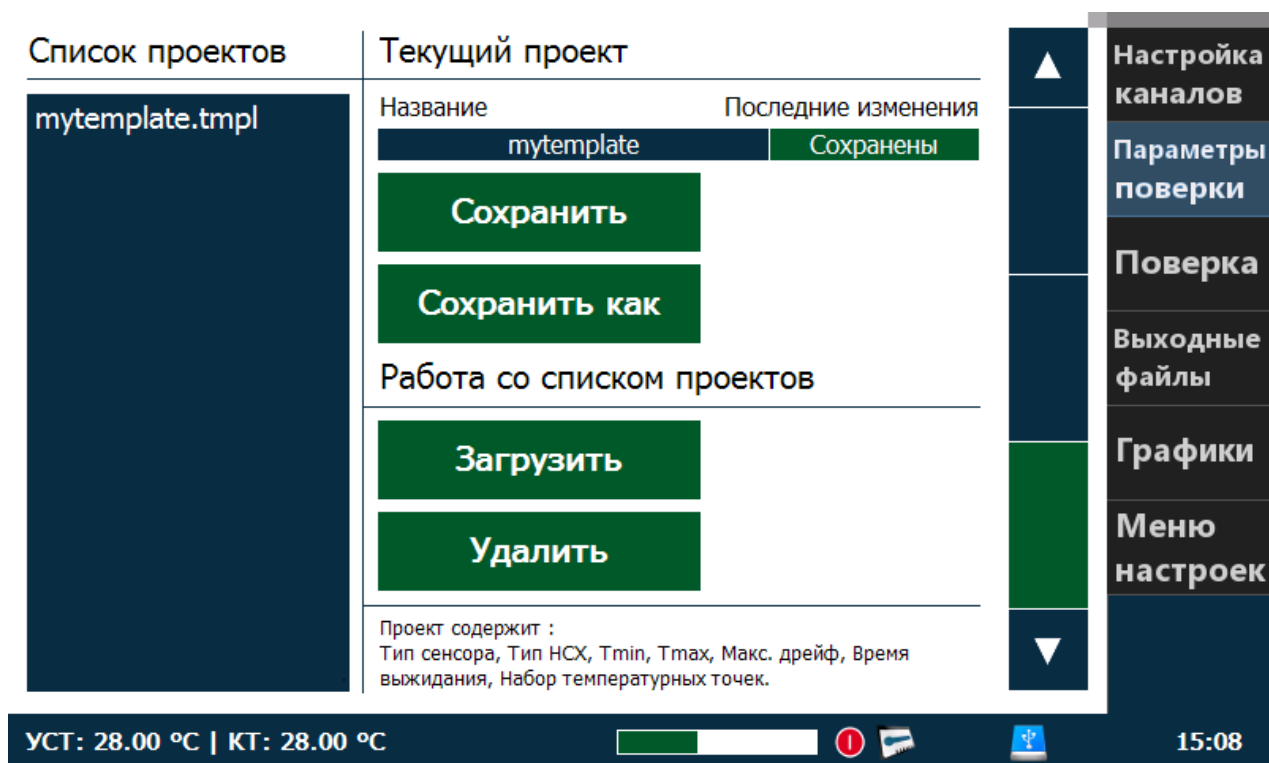


Рис. 17. Параметры поверки, страница 3.

Данная страница служит для управления **проектами поверки**.

**Проект** включает в себя:

- последовательность температурных точек (включая тип и расш. неопр. для ТС);
- параметры каналов - тип выходного сигнала, тип HCX;
- допустимый дрейф;
- время выжидания.

**Блок информации о текущем проекте** показывает, какой из проектов загружен в настоящий момент и сохранены ли последние произведенные в нем изменения.

Кнопки «**Сохранить**» и «**Сохранить как**» позволяют сохранить все указанные параметры поверки под старым или новым именем с целью последующего использования в других сессиях поверки.

Кнопка «**Загрузить**» предназначена для применения параметров из ранее сохраненного проекта.

В поле «**Список**» отображаются имена всех загруженных проектов.



## 4.3 Вкладка «Поверка»

## 4.3.1 Страница «Статус»

Рис. 18. Вкладка «Поверка», страница «Статус»

Страница служит для пуска/остановки поверки, а также отображения сведений о ходе ее выполнения. На странице расположены следующие компоненты.

Кнопка «**Пуск/Стоп**» для запуска и остановки поверки.

**Список** температурных точек с выделенной цветом *текущей* температурой.

**Индикаторы** выполнения процесса (общего и для текущей точки).

Затраченное и оставшееся **время** (общее и для текущей точки).

*ПРИМЕЧАНИЕ.* Отображаемое оставшееся время носит оценочный характер и может несколько отличаться от действительного. В ходе выполнения поверки данные сведения уточняются.

**Статус** выполнения для каждого из каналов – «Отключено», «Поверяется» «Ошибка», а также результат - «Удовл.», «Не удовл.».

**Текущая операция** - «Выход на точку», «Стабилизация», «Выжидание».

## 4.3.2 Страница «Таблица»

Статус		Таблица			
Заводской номер	01	02	03	04	
Эталон, °C	28.000				
Значение, °C	27.905	41.749	27.921	18.495	
Отклонение, °C	-0.0949	13.7483	-0.0797	-9.5050	
СКО, °C	0.0009	0.0019	0.0017	0.0007	
Дрейф, °C/мин	0.0014	0.0189	-0.0050	0.0003	
Доп. отклонение, °C	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	
Текущее значение $u_1$ , °C	0.004 ( доп. 0.040 )		НСХ	-	

УСТ: 28.00 °C | КТ: 28.00 °C 12:55

Рис. 19. Вкладка «Поверка», страница «Таблица».

**Таблица поверки** служит для отображения информации об измеренных значениях и содержит следующие строки:

- заводской номер;
- текущее значение температуры эталона;
- текущее значение температуры термопреобразователя;
- отклонение температуры термопреобразователя от эталонной температуры;
- СКО- среднеквадратическое отклонение температуры термопреобразователя;
- текущее значение дрейфа – скорости изменения температуры термопреобразователя;
- допустимое отклонение для данного класса допуска;
- стандартные неопределенности  $u_{11}$  и  $u_{12}$ , вызванные случайными эффектами при измерении сопротивления эталонного и поверяемого термометров.

## 4.4 Вкладка «Выходные файлы»

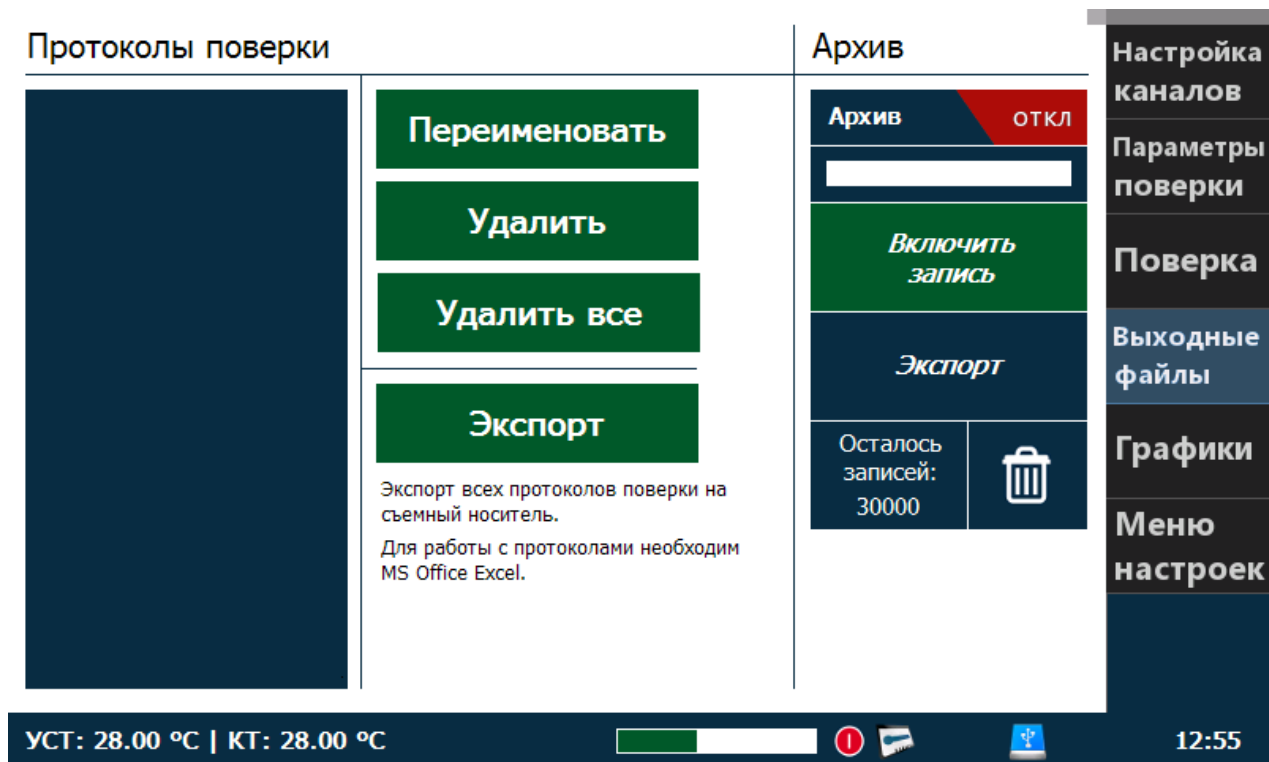


Рис. 20. Вкладка «Выходные файлы».

Вкладка **«Выходные файлы»** предназначена для отображения и управления протоколами поверки, которые создаются программой автоматически после окончания поверки.

Поле **«Протоколы поверки»** перечень протоколов поверки.

Кнопки **«Переименовать»** и **«Удалить»** позволяют осуществить соответствующие действия.

Кнопка **«Удалить все»** стирает из памяти КТ все сохраненные протоколы.

Кнопка **«Экспорт»** производит копирование всех протоколов на подключенный съемный носитель, в корневой каталог.

*Примечание. Для работы с протоколами требуется Microsoft Office Excel.*

Поле **«Архив»** предназначена для управления записью архива измерений.

Подробное описание см. в разделе 3.1 (*Режим «Калибратор температуры», вкладка «Измеренные значения»*).

## 4.5 Вкладка «Графики»

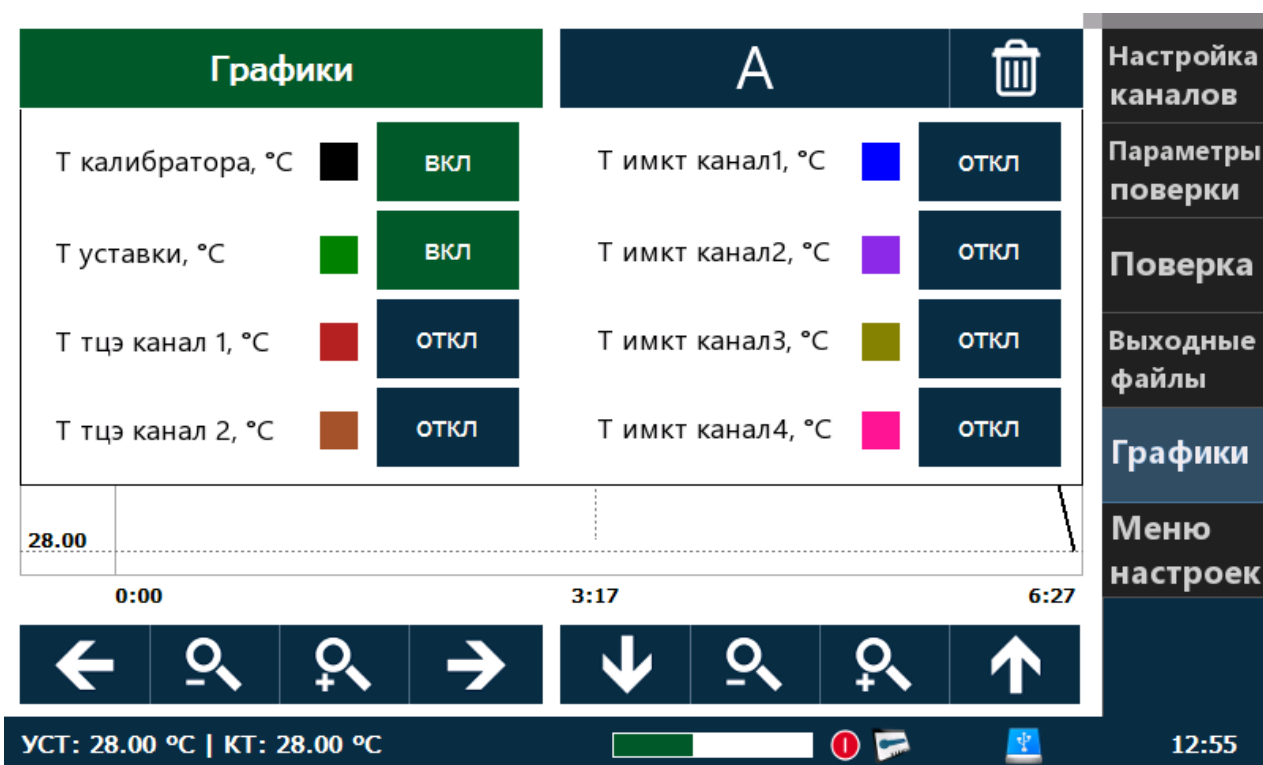


Рис. 21. Вкладка «Графики».

Данная вкладка предназначена для визуализации результатов измерений.

Доступен выбор одновременного отображения любой комбинации из 4 графиков:

- температуры КТ;
- уставки;
- температуры 1-го канала ТЦЭ;
- температуры 2-го канала ТЦЭ;
- температур каналов 1-4 ИМКТ.

Более подробное описание см. в разделе 3.5 (*Режим «Калибратор температуры»*, вкладка «Графики»).

## 4.6 Вкладка «Меню настроек»

### 4.6.1 Страница «Измерение»

- см. описание в пункте 3.6.1 (Режим «Калибратор температуры», вкладка «Меню настроек»)

### 4.6.2 Страница «USB-Flash»

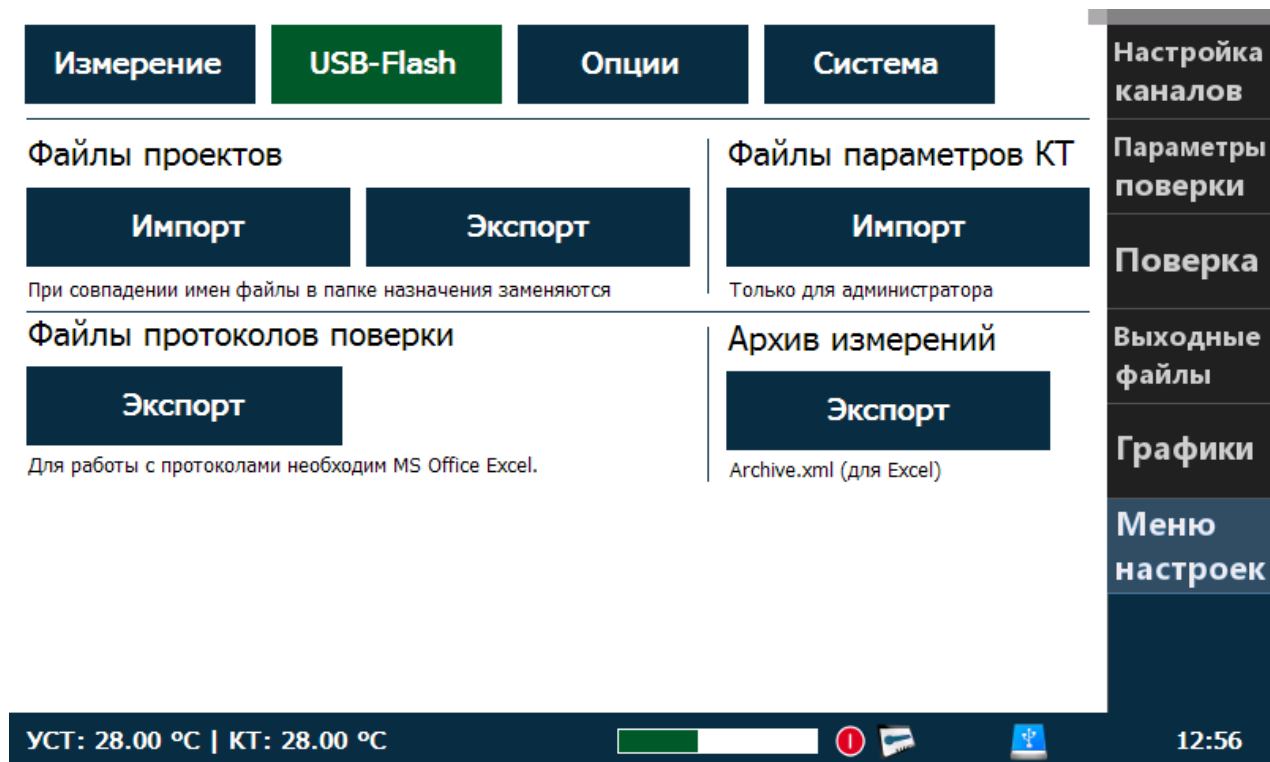


Рис. 22. Вкладка «Меню настроек», страница «USB-Flash».

Данная страница позволяет выполнять операции по импорту/экспорту файлов при подключенном съемном носителе.

#### Файлы проектов

Импорт/экспорт файлов проектов поверки.

#### Файлы параметров КТ

Импорт файлов, содержащих параметры прибора для различных **вариантов** работы КТ. *Импорт доступен только при наличии на съемном носителе файла-ключа администратора.*

#### Файлы протоколов поверки

Копирование всех сохраненных в память устройства протоколов поверки на съемный носитель.

*Примечание. Для работы с протоколами необходим Microsoft Office Excel.*

### Архив измерений

По нажатию кнопки «Экспорт» происходит копирование текущего архива измерений на съемный носитель.

*ВНИМАНИЕ! Все файлы экспортируются в корневой каталог USB-носителя.*

#### 4.6.3 Страница «Опции»

- см. описание в пункте 3.6.3 (Режим «Калибратор температуры», вкладка «Меню настроек»)

#### *Дополнительно в режиме ИМКТ:*

Кнопка «Обновить» раздела «Модуль ИМКТ» выполняет обновление внутреннего программного обеспечения ИМКТ с USB-накопителя.



#### 4.6.4 Страница «Система»

- см. описание в пункте 3.6.3 (Режим «Калибратор температуры», вкладка «Меню настроек»)

### 4.7 Информационная панель



Рис. 23. Информационная панель.

- см. описание в пункте 3.7. Здесь **5 - Индикатор включенной поверки.**

### 4.8 Порядок работы

#### 4.8.1 Измерение сигналов термопреобразователей

1. На вкладке «Настройка каналов»:
  - проверьте наличие связи с ТЦЭ, если предполагается его использование;
  - проверьте и, при необходимости, измените настройки КТ;

– зайдите в области «Поверка» в окно конфигурирования каналов ИМКТ и установите *тип выходного сигнала, НСХ, класс допуска (или допускаемое отклонение)*,  $T_{min}$  и  $T_{max}$ ;

– в основном окне проверьте наличие связи с подключенными термопреобразователями температуры.

В соответствующих полях будут выводиться значения температур термопреобразователей.

2. На вкладке «Графики» можно наблюдать их изменение во времени.

3. При необходимости измените *уставку* КТ и проведите измерения при другой температуре.

4. На вкладке «Выходные файлы» можно включить архивирование результатов измерений.

#### 4.8.2 Поверка термопреобразователей

1. Выполните п.1 раздела 4.8.1

2. Вкладка «Параметры поверки». На странице 1:

– установите «допустимый дрейф» и «время выжидания»;

– запишите заводские номера термопреобразователей;

– задайте температурные точки поверки», причем для каждой точки укажите источник эталонной температуры;

– введите значения расширенной неопределенности, также для каждой точки.

На странице 2 введите:

– ФИО поверителя;

– температуру окружающей среды, атмосферное давление и относительную влажность.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для ввода параметров каналов и параметров поверки можно воспользоваться страницей 3, где можно хранить стандартные проекты поверки.

3. На странице «Статус» вкладки «Поверка» произведите запуск поверки.

Здесь можно наблюдать за прохождением поверки.

4. На странице «Таблица» выводится текущая численная информация.

5. После окончания измерений в последней точке поверки зайдите на вкладку «Выходные файлы» и произведите запись на съемный носитель.

Далее отредактируйте на компьютере протокол поверки.

## 5. РЕЖИМ «HART»

## 5.1 Вкладка «Сведения»

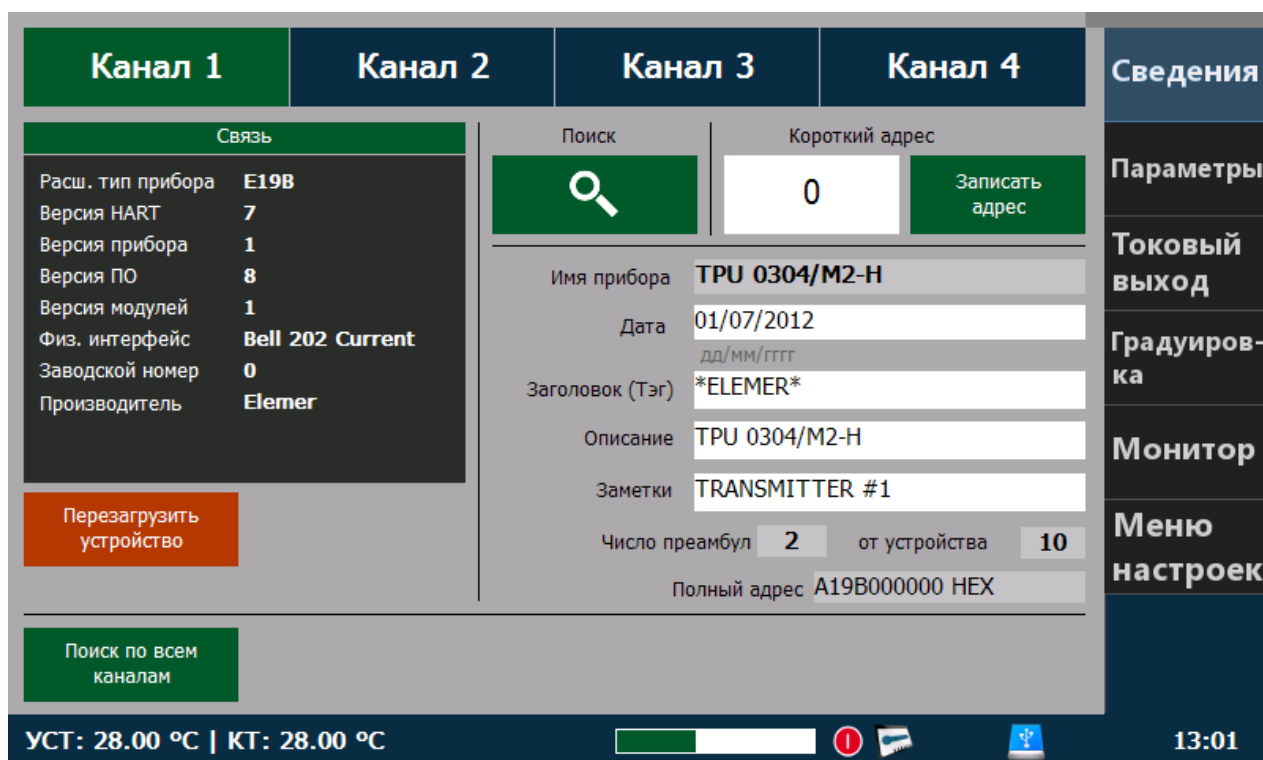



Рис. 24. Вкладка «Сведения».

Вкладка служит для поиска HART-устройств, установки связи, а также отображения основных сведений о термопреобразователях. Информация о каждом термопреобразователе находится на соответствующей странице



Переключение между каналами на разных вкладках приложения происходит синхронно.

Перед началом работы с HART-прибором с ним необходимо установить связь с помощью кнопки . Программа поиска автоматически попытается установить связь с прибором, используя каждый из допустимых коротких сетевых адресов (от 0 до 15) в порядке возрастания. После установления связи дальнейший поиск прекращается, из прибора автоматически считываются основные сведения.

Кнопка «**Поиск по всем каналам**» позволяет последовательно опрашивать все 4 канала ИМКТ.

Кнопка «**Записать адрес**» используется для изменения короткого сетевого адреса.

Индикатор «**Связь**» показывает наличие либо отсутствие связи с HART-устройством в данном канале.



## 5.2 Вкладка «Параметры»



Рис. 25. Вкладка «Параметры».

Вкладка служит для отображения и редактирования параметров термопреобразователя. Параметры считываются из термопреобразователя автоматически при установке связи.

Кнопка «**Прочитать**» служит для повторного считывания.

Редактируемые поля:

- время демпфирования;
- минимум преобразования основной переменной;
- максимум преобразования основной переменной;
- тип передаточной функции.

Кнопка «**Записать**» предназначена для записи параметров в термопреобразователь.

## 5.3 Вкладка «Токовый выход»

Допускаемое отклонение, %	0.030				Поверить	Сведения
Выбор задействованных каналов	1	2	3	4		Параметры
I = 4 мА	4.008	4.001	4.000	4.001		Токовый выход
I = 12 мА	12.020	11.996	11.995	11.996		Градуировка
I = 20 мА	20.043	20.002	20.001	19.999		Монитор
Максимальное отклонение, %	0.270	0.026	0.033	0.022		Меню настроек
Сообщения	Не удовлетворяет задан. откл.	Удовлетворяет задан. откл.	Не удовлетворяет задан. откл.	Удовлетворяет задан. откл.	Подстроить	
УСТ: 28.00 °C   КТ: 28.00 °C						13:06

Рис. 26. Вкладка «Токовый выход».

Вкладка служит для поверки и подстройки токового выхода.

Кнопки **1** **2** **3** **4** предназначены для выбора каналов, в которых будет производиться данная процедура.

Каналы, по которым не была установлена связь с термопреобразователями, недоступны.

Поле «**Допустимое отклонение**» служит для ввода значения, определяющего точность токового выхода.

Кнопка «**Поверить**» предназначена для проведения измерений текущих значений токового выхода. При этом программа последовательно устанавливает во все термопреобразователи фиксированные значения 4, 12 и 20 мА, производит чтение значений тока, полученных измерителем, и производит расчет отклонений от фиксированных значений для каждого термопреобразователя.

Результаты поверки для каждого термопреобразователя отображаются в строке «**Сообщения**». Также присутствует цветовая индикация в строке «**Максимальное отклонение**»:

- **Зеленый** – отклонение в пределах допустимого.
- **Желтый** – отклонение за пределами допустимого с менее, чем трехкратным превышением.

– **Красный** – отклонение за пределами допустимого с более, чем трехкратным превышением.

Кнопка «**Подстроить**» предназначена для подстройки токового выхода. Выбор подстраиваемого термопреобразователя производится с помощью кнопок выбора каналов.

*Внимание! Продолжительность подстройки токового выхода зависит от того, предшествовала ли данной операции поверка по указанным каналам. В случае, если перед подстройкой была произведена поверка, для подстройки будут использованы сведения, полученные в ходе поверки. В противном случае сначала будут измерены действительные значения тока в точках 4 мА и 20 мА, после этого будет произведена запись.*

Информация об успешном или неуспешном завершении проверки по каждому из каналов отображается в строке «**Сообщения**» в соответствии со значениями «допустимого отклонения».

В случае успешного завершения подстройки программа предлагает произвести повторную проверку токового выхода.

#### 5.4 Вкладка «Градуировка»

Выбор каналов для подстройки

1	2	3	4
нижн. т: от 10 до 30	нижн. т: от 10 до 30	нижн. т: от 10 до 30	нижн. т: от 10 до 30
верхн. т: от 90 до 110	верхн. т: от 90 до 110	верхн. т: от 90 до 110	верхн. т: от 90 до 110

Температуры подстройки

Нижняя: 28 (от 10 до 30) Калибр., встр.

Верхняя: 100 (от 90 до 110) Внешн., ТЦЭ-1

Макс дрейф, °С/мин: 0.1

Время выжидания, мин: 1

Темп. точка 1 (28.00 °C)	
Текущий статус	Выход на точку
Эталон, °C	28.00
Макс. дрейф, °C/мин	-
Эталонная темп. 1, °C	-
Эталонная темп. 2, °C	-

Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4
Выполняется	Выполняется	Выполняется	Выполняется

Сводная информация (справа): Сведения, Параметры, Токвый выход, Градуировка, Монитор, Меню настроек

Статус: УСТ: 28.00 °C | КТ: 28.00 °C

13:07

Рис. 27. Вкладка «Градуировка».

Вкладка служит для подстройки значений температур (по HART-протоколу) в 2-х точках диапазона. Перед началом подстройки необходимо установить связь с приборами (см пункт 5.1 «Вкладка Сведения».)

При открытии вкладки «**Градуировка**» автоматически происходит считывание температурных диапазонов для точек подстройки всех термопреобразователей, с которыми установлена связь. Программа поддерживает одновременную подстройку нескольких термопреобразователей в том случае, если они имеют одинаковые диапазоны.

Под номером каждого канала приведены диапазоны температур, при которых возможна градуировка.

Область «**Температуры подстройки**» имеет следующие компоненты.

- Поля «**Нижняя точка**» и «**Верхняя точка**» - для ввода температурных точек подстройки.
- Кнопка выбора типа точки и эталона (см. п.4.2.1).

На вкладке также расположены другие элементы.

Поле «**Допустимый дрейф**» для ввода максимальной скорости изменения температуры как эталонного термометра, так и поверяемых термопреобразователей.

Поле «**Время выжидания**» для ввода времени, в течение которого скорости изменения всех температур (по абсолютной величине) не должны превышать *допустимый дрейф*. По истечении этого времени считается, что температуры стабилизировались и измеренные значения регистрируются

Кнопка «**Пуск/Стоп**» для запуска и остановки градуировки.

В таблице градуировки отображаются следующие сведения:

- текущая температурная точка;
- текущий статус (*Выход на точку, Стабилизация, Выжидание*);
- эталонная температура;
- максимальное значение текущего дрейфа;
- эталонные значения в первой и второй точках, записываемые в прибор.

## 5.5 Вкладка «Монитор»

Данная вкладка служит для отображения измеренных значений температуры, полученных от устройств по HART-протоколу.

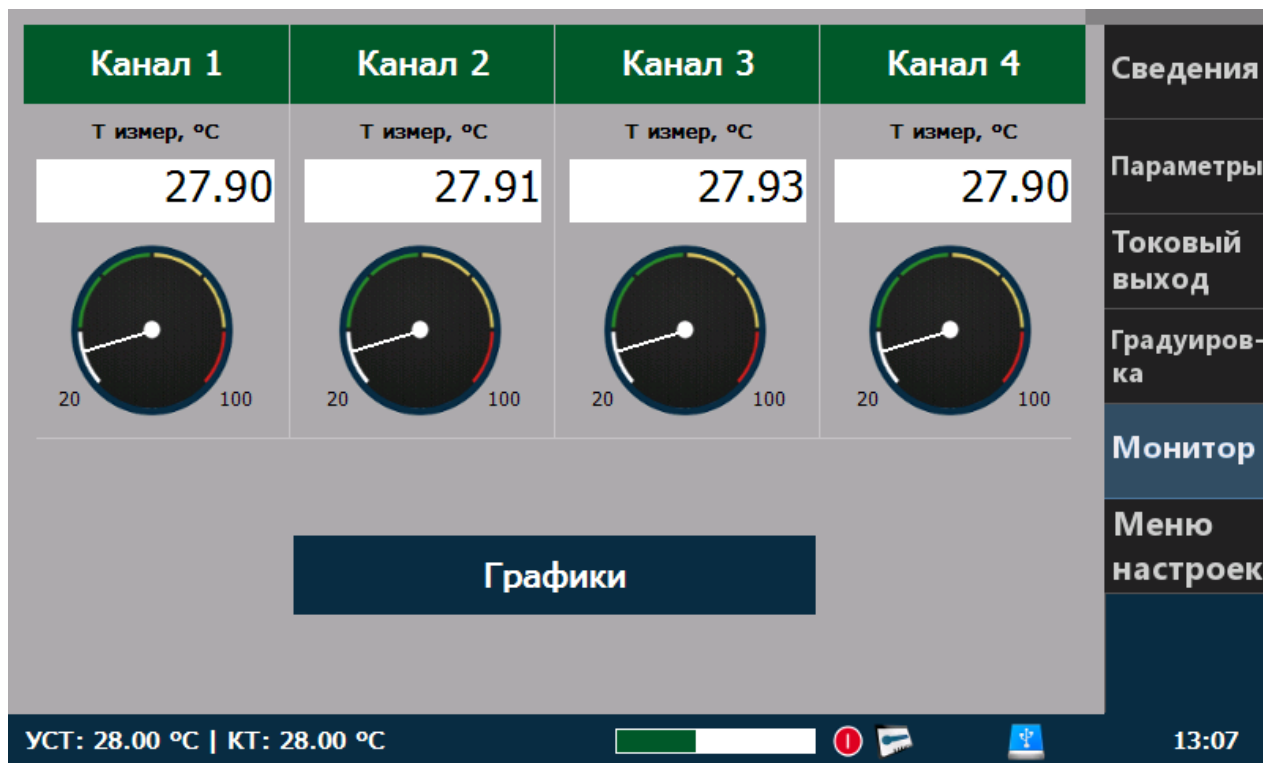


Рис. 28. Вкладка «Монитор».

Измерение по каждому из каналов запускается автоматически после установки связи с термопреобразователем.

## 5.6 Вкладка «Меню настроек»

### 5.6.1 Страница «Измерение»

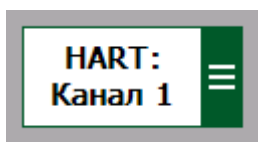
- см. описание в пункте 3.6.1 (Режим «Калибратор температуры», вкладка «Меню настроек»)

### 5.6.3 Страница «Опции»

- см. описание в пункте 4.6.3 (Режим «ИМКТ», вкладка «Меню настроек»)

*Дополнительно в режиме ИМКТ:*

**Выбор активного HART-канала при управлении с ПК.**



Данный выпадающий список активируется при включении функции «**Управление с ПК**» и позволяет выбрать один из четырех каналов, по которому будет обеспечиваться доступ по HART-протоколу для внешнего ПО.

#### 5.6.4 Страница «Система»

- см. описание в пункте 3.6.3 (*Режим «Калибратор температуры», вкладка «Меню настроек»*)

### 5.7 Информационная панель



Рис. 29. Информационная панель.

- см. описание в пункте 3.7. Здесь **5 - Индикатор включенной градуировки.**

### 5.8 Порядок работы

#### 5.8.1 Конфигурирование термопреобразователей

1. Доступными для редактирования являются:
  - короткий адрес;
  - минимум и максимум преобразования;
  - передаточная функция – линейная или квадратичная.
2. На вкладке «Сведения» установите связь с термопреобразователем с помощью кнопки «Поиск» или «Поиск по всем каналам».
 

Здесь же можно изменить короткий адрес.
3. На вкладке «Параметры» можно изменить передаточную функцию и минимум и максимум преобразования.

#### 5.8.2 Подстройка токового выхода

1. На вкладке «Токовый выход» установите требуемое значение «допустимого отклонения» для токового выхода.
  2. Выберите каналы для проверки и нажмите кнопку «Проверить».
- После проведения измерений в трех точках по току в таблице появятся фактические значения тока в мА, максимальное отклонение в % и сообщение о превышении/не превышении допустимого отклонения.

3. При необходимости провести подстройку нажмите кнопку «Подстроить».
4. После подстройки появится окно с предложением провести повторную проверку.

### 5.8.3 Градуировка

1. На вкладке «Градуировка» укажите нижнюю и верхнюю температурные точки подстройки. При выборе температур необходимо руководствоваться предлагаемыми значениями, приведенными под номером канала.
2. Для каждой температурной точки укажите тип и запустите градуировку.
3. Введите значения «допустимого дрейфа» и «времени выжидания».
4. Нажмите кнопку «Пуск».
5. После окончания измерений на второй температуре КТ перейдет на уставку до начала градуировки.

## 6. СПРАВКА ПО РАБОТЕ С ФАЙЛАМИ

### 6.1 Профили

Расширение файлов - **.prof**

Необходимые постфиксы:

**\_usr.prof** (например MyProfile\_usr.prof)

Файл определяется как пользовательский файл профиля и отображается при работе во всех режимах, кроме ТРТ.

**\_trt.prof** (например MyProfile\_trt.prof)

Файл определяется как файл профиля для режима работы ТРТ и отображается в списке при выборе данного режима

**SYSELEMER** (например Profile\_SYSELEMER\_usr.prof)

Указывает, что перезаписывать данный файл при импорте профилей со съемного носителя может только администратор.

На USB-носитель файлы профилей кладутся в корневой каталог.

### 6.2 Обновление ПО

Обновление ПО ПК - **ASPTKT\_UPDATE\_PC\_x.xx.bin**

Обновление ПО КТ - **ASPTKT\_UPDATE\_KT\_x.xx.hex**

Обновление ПО ИМКТ - **ASPTKT\_UPDATE\_IMKT\_x.xx.hex**

где **x.xx** – номер версии ПО.

На USB-носитель файлы обновления кладутся в корневой каталог.

